

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-161688

(43)Date of publication of application : 18.06.1999

(51)Int.Cl.

G06F 17/50
H05K 3/00

(21)Application number : 09-323506

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO
LTD

(22)Date of filing : 25.11.1997

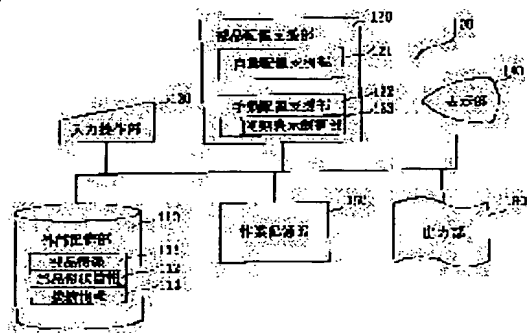
(72)Inventor : SAITO YOSHIYUKI
IKEDA HIROSHI
NAKAYAMA TAKESHI
FUKUMOTO YUKIHIRO
MIURA SHINJI
UEMURA HIROICHI

(54) CAD DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a CAD device which eliminates the need for screen operation for moving an object component to be arranged to a desired position in manual arrangement of components related to mounting design of a circuit board.

SOLUTION: This device is equipped with an external storage part 110 where information regarding component arrangement such as individual information 111 and mutual connection information 113 on an object component to be arranged and components which are already arranged is registered, a temporary arrangement control part 123 which calculates an optimum arrangement position of the object component and performs control for changing a display area on a screen so that the object component is displayed at the calculated arrangement position, an input operation part 130 which accepts operation by an operator, a display part 140 which displays the component arrangement state to the operator, a work storage part 150 where operation data in the CAD device are temporarily saved, and an output part 160 which prints out a design result, a drawing, and data.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-161688

(43)公開日 平成11年(1999) 6月18日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 6 F 17/50

G 0 6 F 15/60

6 5 8 C

H 0 5 K 3/00

H 0 5 K 3/00

D

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 14 頁)

(21)出願番号 特願平9-323506

(22)出願日 平成9年(1997)11月25日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 齊藤 義行

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 池田 浩

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 中山 武司

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74)代理人 弁理士 中島 司朗

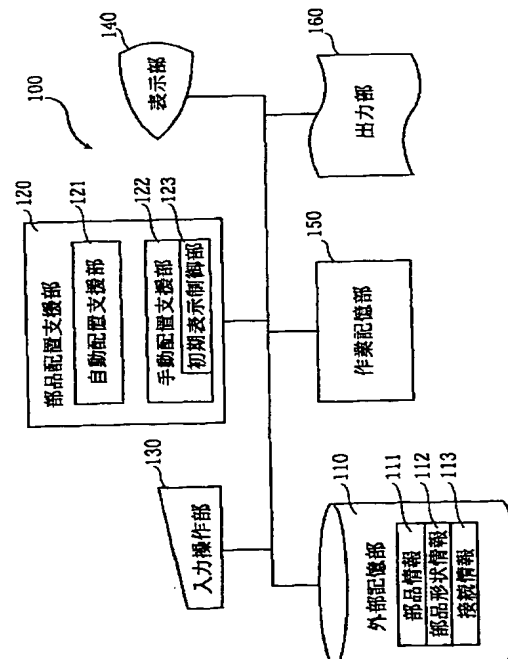
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 C A D装置

(57)【要約】

【課題】 回路基板の実装設計に係る部品の手動配置において、配置対象部品を配置すべき位置に移動させていくための画面操作を不要としたC A D装置を提供する。

【解決手段】 配置対象部品及び既に配置されている部品に関する個々の部品情報111及び相互の接続情報113などの部品配置に関する情報を登録する外部記憶部110と、その配置対象部品の最適な配置位置を算出し、算出された配置位置に配置対象部品を表示すべく画面の表示領域を変更することを制御する仮配置制御部123と、操作者の操作を受け付ける入力操作部130と、部品配置状況を操作者に表示する表示部140と、C A D装置内の作業用データを一時保管する作業記憶部150と、設計結果の図面やデータを出力印刷する出力部160とを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 回路基板への部品配置の設計を支援するC A D装置であって、
 操作者から配置対象部品の指定を受け付ける部品指定受付手段と、
 指定された配置対象部品及び既に配置されている部品に関する個々の部品情報及び相互の接続情報に基づいて、その配置対象部品についての最適な配置位置に対応する表示画面上の表示位置を算出する表示位置算出手段と、
 算出された表示位置に前記配置対象部品を表示するよう
 10 に前記回路基板における表示領域を特定する表示領域特定手段と、
 特定された表示領域を画面に表示する表示手段とを備えることを特徴とするC A D装置。

【請求項2】 前記C A D装置はさらに、前記表示位置算出手段によって、前記配置対象部品の表示位置が算出された後に前記接続情報に基づいてその配置対象部品にかかる全ての配線パターンの長さの総和が最小となるように、その配置対象部品の表示角度を算出する表示角度算出手段を備え、
 前記表示手段は、算出された表示位置と表示角度に従って前記配置対象部品を表示することを特徴とする請求項1記載のC A D装置。

【請求項3】 前記表示位置算出手段は、前記回路基板の両面を表示対象として前記表示位置を算出することを特徴とする請求項2記載のC A D装置。

【請求項4】 前記C A D装置はさらに、前記表示手段によって表示された配置対象部品の配置を確定させるか否かの指示を操作者から受け付ける配置確定受付手段と、
 配置を確定させる場合に、前記配置対象部品が既に配置されている他の部品と重なり合うか否かを判定する判定手段と、
 重なり合うと判定された場合に、前記他の部品の配置を未確定な状態に戻す配置取消手段とを備え、
 前記表示手段は、前記他の部品の配置が未確定の状態に戻された後の前記表示領域を画面に表示することを特徴とする請求項3記載のC A D装置。

【請求項5】 前記C A D装置はさらに、前記配置取消手段によって配置が未確定の状態にされた前記他の部品を新たな配置対象部品として前記表示位置算出手段による算出、前記表示領域特定手段による特定、前記表示手段による表示を繰り返させる繰り返し制御手段を備えることを特徴とする請求項4記載のC A D装置。

【請求項6】 回路基板への部品配置の設計を支援するC A Dプログラムを記録した記録媒体であって、
 前記プログラムは、
 操作者から配置対象部品の指定を受け付ける部品指定受付ステップと、
 指定された配置対象部品及び既に配置されている部品に

関する個々の部品情報及び相互の接続情報に基づいて、その配置対象部品の最適な配置位置に対応する表示画面上の表示位置を算出する表示位置算出ステップと、
 算出された表示位置に前記配置対象部品を表示するよう
 に前記回路基板における表示領域を特定する表示領域特定ステップと、
 特定された表示領域を画面に表示する表示ステップとを
 コンピュータに実行させることを特徴とする記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、回路基板の実装設計を支援するC A D (Computer Aided Design) 装置、並びにそのような実装設計を支援するプログラムを記録した記録媒体に関し、特に、対話的な部品配置の設計を支援する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、回路基板の実装設計においてはC A D装置の利用が不可欠となっている。一般に、実装設計における部品配置には、予め準備された接続情報や部品情報などに基づいてC A D装置が自動的に部品を配置する自動配置と、設計者が表示画面を見ながら対話的に部品を配置する手動配置とがある。

【0003】しかし、自動配置にも限界がある。多くの設計仕様や回路特性などを満たす最適な配置位置が、自動配置によって常に決定できるとは限らず、未配置部品として残ってしまう場合や配置変更を要する場合が生じる。これらの場合には、設計者が表示画面を見ながらマウス等进行操作し、希望する位置に部品を配置する、いわゆる手動配置を行う必要がある。従って、自動配置と手
 30 動配置を併用することによって、作業効率を改善すると共に、細部においても設計仕様を満たし得る実装設計を実現しているのが実情である。

【0004】図18は、従来の対話的な手動配置におけるC A D装置の動作を説明するための図であり、自動配置によっては配置位置を決定することができなかったために未配置部品として残った場合、または、部品を全て手動配置によって配置する場合で終盤に未配置部品として残った場合に、手動配置によって、画面上の暫定的に置かれた位置から希望する位置に移動させる様子を示している。

【0005】本図には、未配置部品806が選択され、暫定的に置かれた配置対象部品807を含む回路基板801の左上部分を表示させた画面802と、配置対象部品807及び表示領域を右下方向に移動して表示させた画面1801と、さらに右下方向に移動させ、その配置対象部品807が目的とする位置(画面803の配置対象部品807の位置)に置かれた場合の画面803が示されている。また、画面802及び803には、自動配置によって確定的に配置された部品805a～eも示されている。なお、画面802において配置対象部品80

7から出ている3本の破線808a~cは、ネット情報、即ち、この配置対象として選択した部品806と接続されるべき接続先を示す情報を図示したものであり、ここでは、右下の既配置部品805d、805eに接続されるべきことが示されている。

【0006】上記のように、自動配置によっては配置されなかった部品や最初から手動配置により部品の配置を行う場合の手順を以下に示す。設計者は、まず、画面802において、未配置部品の一覧が表示されたメニュー804等から配置したい部品806を選択すると、その配置対象部品807が画面上に暫定的に配置され（又は自動配置後に暫定的に配置され）、同時に、接続情報等に基づくネット情報808a~cも表示される。そして、設計者は、表示されたネット情報（破線）の方向等を頼りにして、表示画面を画面802から画面1801にスクロールしたり、ズームアップしたりすることで、配線距離が最短となるような最適な配置位置（即ち、画面803における位置）まで配置対象部品807を移動させる。このように、設計者は、対話的に配置設計を進めることで、配置対象部品807の最適な配置位置を決定することができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の対話的な手動配置では、表示領域を移動するたび毎に表示内容の描画のし直し、即ちリペイントにより作業が中断するという問題が生じる。というのは、上記のように、配置対象部品が暫定的に配置された位置と希望する配置位置とが離れている場合には、設計者は、希望する配置位置まで部品を移動させる必要がある。この場合は、まず表示領域を移動させ、次に部品を移動させるという操作を繰り返すということが強いられる。この表示領域を移動する場合、設計者が表示領域を希望する位置に移動させ確定させると、CAD装置は、表示領域について表示内容の描画のし直し、即ちリペイントを実行する。従って、その間は設計者の作業が中断してしまうのである。

【0008】また、従来の手動配置によれば、例えば、配置したい位置に他の部品が既に配置されている場合には、配置対象部品の選択を解除し、既に配置されている部品を一旦剥がして（他の位置に退避移動または未配置部品として登録して）からでないと、新たな部品を同じ位置に配置することができないために、スムーズな設計作業が妨げられるという問題点もある。

【0009】そこで、本発明は、かかる問題点に鑑みてなされたものであり、回路基板の実装設計において、対話的に部品配置を行う設計者の画面操作を最小限に抑えることを可能にするCAD装置を提供することを第1の目的とする。また、本発明の第2の目的は、選択した部品を配置する際に、配置したい領域に既に部品が配置されている場合であっても、その配置領域を確保するため

に一旦配置対象部品の選択を解除し、既に配置されている部品を取り除くという煩わしい操作を行う必要がないCAD装置を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために本発明は、回路基板への部品配置の設計を支援するCAD装置であって、操作者から配置対象部品の指定を受け付ける部品指定受付手段と、指定された配置対象部品及び既に配置されている部品に関する個々の部品情報及び相互の接続情報に基づいて、その配置対象部品についての最適な配置位置に対応する表示画面上の表示位置を算出する表示位置算出手段と、算出された表示位置に前記配置対象部品を表示するように前記回路基板における表示領域を特定する表示領域特定手段と、特定された表示領域を画面に表示する表示手段とを備えることを特徴とする。

【0011】これによって、対話的に操作する手動配置を行う場合に、本発明に係るCAD装置は、選択された配置対象部品について、配置設計しやすい表示位置を決定し、表示領域を特定して表示するため、設計者は、画面の移動及び表示に要する時間待ちから解放され、上記第1の目的が達成される。また、上記課題を解決するために本発明は、さらに、前記表示位置算出手段によって表示位置が確定した配置対象部品が既に配置されている他の部品と重なり合うか否かを判定する判定手段と、重なり合うと判定された場合に、前記他の部品を未確定の状態に戻す配置取消手段とを備え、前記表示手段は、前記他の部品が未確定の状態に戻された後の前記表示領域を画面に表示することを特徴とする。

【0012】これによって、対話的に操作する手動配置を行う場合において、本発明に係るCAD装置は、選択された配置対象部品が既に配置されている他の部品と重なり合い、かつ、前記他の部品が引剥し可能な部品の場合には、選択された配置対象部品を配置し、前記他の部品を未確定の状態として画面に表示する。これにより、設計者は、選択された配置対象部品の選択の解除、前記他の部品の選択及び取り除き、配置対象部品の再選択及び配置という操作から解放され、上記第2の目的が達成される。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係るCAD装置の実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。

（実施の形態1）図1は、実施形態1に係るCAD装置100の機能ブロック図を示す。

【0014】本装置100は、回路基板の実装設計を支援する装置であって、外部記憶部110、部品配置支援部120、入力操作部130、表示部140、作業記憶部150及び出力部160より構成される。外部記憶部110は、例えばハードディスクで実現され、CAD装置100によって対話的に手動配置を行う際に必要とな

る情報が記憶されており、また、設計の結果確定した情報が記憶される。外部記憶部110には、部品情報111、部品形状情報112及び接続情報113などの情報が格納されている。

【0015】以下では、外部記憶部110における上記の3つの情報の内容について説明する。

1. 部品情報

部品情報111とは、回路基板上のそれぞれの部品がどのような部品名で、基板上のどの位置に実装されるかを示す情報である。部品情報111の一例を図2(a)に示す。部品情報111は、回路基板上のそれぞれの部品に設計者が採番した番号である部品番号(図中の"IC1、IC3")と、当該部品に採用する製品の製品名を表す部品名(図中の"MN700")と、当該部品の基板上における座標(図中の"(XIC1,YIC1)、(XIC3,YIC3)")と、当該部品が実装面の"オモテ面(0)"か"ウラ面(1)"かを示す配置面(図中の"0")と、当該部品の基準辺が基板の基準辺となす角度を表す配置角度(図中の"0")、及び部品が未配置(0)か配置済み(1)かを示す配置状況フラグなどの情報を有する。

【0016】なお、自動配置では配置しきれず、未配置部品として残った場合の部品情報111の一例を図4に示す。本図では、配置状況フラグの値が"0"の部品が未配置部品であることを示している。また、一旦配置済みとなった部品であっても、配置設計の変更などにより、配置対象部品となった場合は、当該配置状況フラグの値が"0"となる。

2. 部品形状情報

部品形状情報112とは、実装する部品の固有の外形を表す情報である。部品形状情報112の一例を図2(b)に示す。部品形状情報112は、実装する部品の製品名を表す部品名と、部品原点に対する相対座標である外形座標と、当該部品が有する端子数、及び各端子の部品原点に対する相対座標である端子相対座標などの情報を有する。

【0017】図3(a)及び図3(b)は、部品原点、外形座標、端子相対座標及び部品の中心座標について、詳細な具体例を示した図である。図3(a)に示すように、部品原点301は、部品300の上部左隅をいい、ここを相対座標上(0,0)とする。外形座標は、部品の外形を部品原点に対する相対座標で表したものであり、本例では、部品の4隅301~304の座標で表現している。

【0018】端子相対座標は、各端子の中央点の座標を部品原点に対する相対座標で表したものであり、本例では、図3(b)に示すように各端子番号毎にX座標及びY座標の情報を有する。部品の中心座標は、本例では、相対する対角線上の端子(図では、1番端子305及び4番端子306)の中間点の座標を求め、これを部品の中

心座標(図中の"Xc,Yc")とする。

3. 接続情報

接続情報113とは、端子間の論理的な接続を表す情報である。接続情報113の一例を図2(c)に示す。接続情報113は、設計者によって回路基板上の各配線箔に命名された名称であるネット名(図中の"A")、及び当該配線箔によって接続される端子の情報(図中の"IC1-1、R20-1、IC3-5")からなる。この後者の端子の情報は、当該端子の属する部品の部品番号と当該端子の端子番号によって表される。図2(c)に示す表は、その右側の図2(d)に示す図と対応している。本図では、"A"というネット名の配線箔が走り、この配線箔によって、IC1の1番端子と抵抗R20の1番端子及びIC3の5番端子が接続されていることを示す。

【0019】外部記憶部110に記憶されている情報の内容についてはこれまでとし、CAD装置の各機能についての説明を再開する。部品配置支援部120は、本CAD装置100が有する実装設計支援機能のうち、部品配置に関する設計を支援するものであり、自動配置支援部121と手動配置支援部122より構成され、さらに、手動配置支援部122の一機能として初期表示制御部123を有する。

【0020】自動配置支援部121は、予め登録された接続情報や部品情報などに基づいて、設計者に対話することなく条件に合致した部品の配置をするための制御を行う。手動配置支援部122は、自動配置支援部121が配置しきれなかった未配置部品や配置位置の変更が必要な場合などであって、設計者が対話的に部品を配置する場合に、設計者の操作を支援するための機能を提供し、当該操作に伴う判断の補助を行う。

【0021】初期表示制御部123は、本発明の特徴的な構成要素の一つであり、手動配置における設計者の煩わしい操作を軽減し、効率的な設計作業を実現するため、選択された配置対象部品の最適な初期表示位置及び初期表示角度及び初期表示面を算出し、その配置対象部品を表示させる表示領域を特定するための制御を行う。ここで、初期表示とは、手動配置によって配置対象部品を配置する場合に、設計者の画面操作を簡略化させるための表示であって、配置対象部品が選択されると、予め記憶されていた接続情報や部品情報に基づいて、自動的に配置対象部品の配置されるべき位置に対応する画面上の表示位置を定め、その配置対象部品を含む表示領域を特定して表示させることをいう。

【0022】なお、一般に設計者は、表示された配置対象部品の表示位置が配置に適切であると判断した場合は、"配置キー"などの入力操作を行うことによって、表示位置に表示されている配置対象部品の配置の確定を行う。以下では、初期表示制御部123における初期表示位置決定機能、初期表示角度決定機能、初期表示面決

10

20

30

40

50

定機能、表示領域特定機能について説明する。

1. 初期表示位置決定機能

初期表示位置決定機能は、初期表示制御部123が、配置対象部品の接続先の各接続端子の基板座標より、配置対象部品が配置されるべき最適な基板上的配置位置に対応する画面上の表示位置を算出する機能である。

【0023】図5は、初期表示位置決定機能における初期表示位置を算出するための一例を示す図である。また、図11は、本機能に係る処理の流れを示すフローチャートである。初期表示制御部123は、設計者によって未配置部品メニュー（図には示されていない）から選択された配置対象部品501に関する接続情報113、部品情報111及び部品形状情報112に基づいて、配置対象部品の接続先の部品（506、507）の接続端子（図中の3つの端子（503～505））の基板座標を検出し（ステップS961）、それらの基板座標から重心502を算出して、これを初期表示位置として決定する（ステップS962）。

【0024】従って、初期表示位置の基板座標（XINI, YINI）は、以下の2式により算出される。ここで、配置対象部品が接続される接続先の端子の全数をnとし、i番目の接続端子の基板座標を（Xi, Yi）とする。

【0025】

【数1】

$$XINI = \left(\sum_{i=1}^n Xi \right) / n$$

【0026】

【数2】

$$YINI = \left(\sum_{i=1}^n Yi \right) / n$$

【0027】2. 初期表示角度決定機能

初期表示角度決定機能は、初期表示制御部123が、配置対象部品とこれに接続する各接続端子間とのマンハッタン距離の総和が最小になるように、配置対象部品の基板上的配置角度（画面上の表示角度も同一である）を算出する機能である。

【0028】ここで、マンハッタン距離について、図6(b)を用いて説明する。本図では、部品610の第4端子611と部品612の第2端子613が接続されている。この場合の、2端子間のX座標とY座標の和をマンハッタン距離という（図では、"XM+YM"）。図6(a)は、初期表示角度決定機能における初期表示角度を算出するための一例を示す図である。また、図12は、本機能に係る処理の流れを示すフローチャートである。

【0029】図6(a)では、選択された配置対象部品601の第7端子604と第8端子605が、それぞれ配置済みの部品603の第4端子606と第3端子607

に接続されている。初期表示角度は、本図の例では、配置対象部品601の端子（604、605）とこれに接続する部品603の端子（606、607）間において、接続情報113、部品情報111及び部品形状情報112に基づいて、マンハッタン距離の総和が最小となるような配置対象部品の配置角度（即ち、表示角度）を決定することにより求める（ステップS971～ステップS978）。ここで、部品の配置角度は、図3(a)に示すように、部品中心307を中心として左回りに回転した角度で規定する。

【0030】図6(a)の場合は、配置対象部品601をその部品中心602を中心として、左に90度回転した場合が、マンハッタン距離の総和が最小となることが推測できる。

3. 初期表示面決定機能

初期表示面決定機能は、初期表示制御部123が、配置対象部品について最適な基板上的配置面に対応する画面上の表示面を決定する機能である。

【0031】初期表示制御部123は、配線情報113及び部品情報111によって、配置対象部品が接続される部品について、オモテ面とウラ面でその部品数を計数し、その部品数が多い面を初期表示面と決定する。

4. 表示領域特定機能

表示領域特定機能は、上記初期表示位置決定機能や初期表示角度決定機能などで定められた表示位置や表示角度などに応じて、配置対象部品の表示領域を特定する機能である。

【0032】図7は、表示領域特定機能における表示領域の特定方法について説明するための図である。本図では、基板原点708及び画面原点709を図に示すように規定する。本図は、回路基板701の左上部の配置対象部品704を含む画面702から、同基板右下部の配置対象部品705を含む画面703に表示領域を変更する場合の画面の様子を示している。本図の例では、算出された配置対象部品の初期表示位置706と画面703の画面中心707を一致させている。また、画面サイズは、配置対象部品705のx軸方向の寸法（本図では、Wp）の10倍を画面幅WDとし、この画面幅WDと画面のタテヨコ比によって画面長LDを決定する。従って、初期表示位置706及び配置対象部品705のx軸方向の寸法に基づいて、表示領域の特定を行うことができる。

【0033】以上で、初期表示制御部の各機能についての説明を終え、図1における機能ブロックについての説明に戻る。入力操作部130は、例えば、ポインティングデバイスやキーボードなどであり、手動配置支援部122及び初期表示制御部123の機能を利用して対話的に手動配置を行う場合に、設計者の入力するデータを受け付けるものである。

【0034】表示部140は、例えば、CRTなどであ

10

20

30

40

50

り、手動配置支援部122及び初期表示制御部123の機能を利用して対話的に手動配置を行う際の、部品配置状況や必要なデータを画面に表示させるためのものである。作業記憶部150は、例えば、VRAM (Video RAM) やRAMなどであり、手動配置支援部122及び初期表示制御部123の機能を利用して対話的に手動配置を行う場合の配置設計途中の画像データや計算結果を一時的に保持しておくための記憶装置である。

【0035】出力部160は、例えば、XYプロッタやラインプリンタなどであり、手動配置支援部122及び初期表示制御部123の機能を利用して対話的に手動配置を行った結果である部品配置図面やデータリストを出力させるためのものである。次に、以上のように構成される実施形態1に係るCAD装置の動作について説明する。

【0036】図8は、本CAD装置100によって、回路基板の実装設計を行った場合における画面の遷移の様子を示す図である。ここでは便宜上、部品配置について、以下のような具体的な場合を想定した。回路基板の実装設計において自動配置を実施したが、未配置部品806が残った。この未配置部品806は、回路基板の”オモテ面”の既配置部品805d及び805eに接続され、”ウラ面”に接続されるべき部品はない。また、配置したい領域は配置スペースにゆとりがあり、特に部品を回転して配置させる必要はない。

【0037】本実施形態は、図8に示すように、設計者が画面802の中の未配置部品メニュー804より部品806を選択すると、配置設計に適した位置に配置対象部品を表示すべく、初期表示制御部123が画面803を特定し、表示させる手段を提供するものである。なお、表示画面802では、回路基板801のうち左上部分を表示し、既配置部品805a～cが配置されている例が示されている。また、表示画面803では、既配置部品805d、eとの接続関係に基づき、配置対象部品807が配置されるべき位置付近に、自動的に表示領域を移動させ、配置対象部品を表示させた例を示す。

【0038】図9は、実施形態1を実施した場合のCAD装置100内の処理の流れを示すフローチャートである。なお、図の中の初期表示面決定処理（ステップS950）、初期表示位置決定処理（ステップS960）及び初期表示角度決定処理（ステップS970）の詳細については、それぞれ図10、図11及び図12のフローチャートに示されている。

【0039】まず最初に、部品配置支援部120によりCADが開始され、実装設計に必要な各種データ（例えば、部品情報、部品形状情報、接続情報など）が外部記憶装置110に記憶されると（ステップS900）、これらの情報に基づき自動配置支援部121によって自動配置が実行される（ステップS910）。しかし、自動配置では対応しきれない配置漏れ部品が生じるため、配

置漏れ部品の検出を行い未配置部品として登録する（ステップS920）。

【0040】次に、手動配置支援部122によって、手動配置モードが開始されると（ステップS930）、設計者は、画面に表示された未配置部品メニュー804の中から、配置の対象とする部品806を選択する（ステップS940）。その後、初期表示制御部123は、配置対象部品807を配置すべき配置面に対応する初期表示面を決定し（ステップS950）、配置対象部品807の配置すべき配置位置に対応する初期表示位置、及び配置すべき配置角度に対応する初期表示角度を算出する（ステップS960、ステップS970）。

【0041】初期表示位置および初期表示角度の算出後、初期表示制御部123は、配置対象部品807の表示位置を決定し、表示領域を変更・特定して（ステップS980）、配置対象部品807を表示する。なお、選択された配置対象部品807に関して、既配置部品（805d、805e）との接続関係を示すネット情報808a～cも併せて表示される。

【0042】その後設計者は、最終的な配置対象部品807の配置位置を決定し、その配置位置を登録すべく、CAD装置100に指示する（ステップS990）。最後に、部品配置支援部120は、他に配置対象の部品がなければ（ステップS995）、CADを終了する。図10は、図9における初期表示面決定処理（ステップS950）の詳細フローチャートである。設計者によって配置対象部品807が選択されると、接続情報113に基づいて、配置対象部品が接続される既配置部品の部品数を回路基板のオモテ面とウラ面で計数し（ステップ951）、その部品数が多い面を初期表示面と決定する（ステップS952）。

【0043】図11は、図9における初期表示位置決定処理（ステップS960）の詳細フローチャートである。最初に、接続情報113、部品情報111及び部品形状情報112に基づいて、選択された配置対象部品807の接続先の全ての接続端子の基板座標を検出する（ステップS961）。これは、接続情報113より配置対象部品807が属するネットを全て抽出し、当該ネットに属する部品及びその接続端子に対して、部品情報111の部品の基板座標及び部品形状情報112の端子相対座標より、配置対象部品807に係る全接続端子の基板座標を求めるということにより可能となる。

【0044】次に、全接続端子の基板座標より、これらの重心を求め、これを初期表示位置とする（ステップS962、数1及び数2）。図12は、図9における初期表示角度決定処理（ステップS970）の詳細フローチャートである。初期表示角度を算出する手順としては、まず、初期表示位置（つまり、表示角度が0度）でのマンハッタン距離の総和を計算し、LM0とする（ステップS971、ステップS972）。つまり、配置対象部品

807と接続する既配置部品の接続端子の基板座標を接続情報113、部品情報111及び部品形状情報112より求め、さらに、配置対象部品807側の接続端子の基板座標を初期表示位置及び部品形状情報112の端子相対位置より求めて、個々のマンハッタン距離を算出し、総和を求める。

【0045】次に、表示角度を90度、180度、270度に回転させ、それぞれのマンハッタン距離の総和を求め、それぞれの値を比較する。比較の結果、マンハッタン距離の総和が小さい場合LMOを更新し、マンハッタン距離の総和が最小となった角度を初期表示角度に決定する(ステップS973～ステップS978)。以上により、回路基板の実装設計において、対話的に部品を配置する手動配置を行う場合では、操作者は、配置したい部品を選択するだけで最適な位置に配置対象部品が表示されるので、最適な部品配置位置を探すための画面の表示領域を変更するという煩雑な操作から開放され、効率的な配置設計が可能となる。

【0046】なお、初期表示角度決定処理において、部品の配置角度を90度単位で回転させたが、それ以外の角度で回転させて実施してもよいことは勿論である。

(実施の形態2)図13(a)は、実施形態2に係るCAD装置1300の機能ブロック図を示す。この実施形態2では、配置対象部品と既に配置されている他の部品との配置位置が競合する場合に、当該配置位置における部品の置き換え及びその表示を自動化することが実現される。

【0047】CAD装置1300は、前記CAD装置1000に比べ、外部記憶装置110に部品引剥し可否フラグ1301が追加されている。図13(b)に、部品引剥し可否フラグの内容の一例を示す。部品引剥し可否フラグ1301は、部品配置の設計を行う際に、原則として固定とする部品なのか、配置状況によっては配置位置の変更が有り得る部品なのかを示すフラグであり、その内容は、0(引剥し不可)又は1(引剥し可)の何れかの値となる。

【0048】なお、部品引剥し可否フラグ1301は、一般に実装設計の開始時までに登録されるべき情報である。図14は、配置対象部品807が、初期表示位置で表示され、既配置部品1401と配置位置が競合し、重なって表示されている様子を示す。この場合、既配置部品1401が、他の位置に移動できる部品であれば、既配置部品1401を未配置部品として登録(即ち、未配置部品メニューにリエントリーする)し、配置対象部品807を初期表示位置に配置させることができる。この場合、未配置部品となった既配置部品1401に配置対象部品としての選択権を与え、部品配置の設計操作を継続させることとする。

【0049】図15は、前記CAD装置1300内の処理の流れを示すフローチャートである。実施形態1と異

なる点は、主に配置部品置換処理(ステップS1500)の部分である。初期表示制御部123は、初期表示位置決定処理(ステップS960)の後、表示領域特定処理(ステップS980)を行い、配置対象部品807と既配置部品1401の配置位置が競合した場合で、既配置部品1401が配置位置の変更が可能か否かを部品引剥し可否フラグ1301によって判断し、部品の引剥しが可能な場合のみ、自動的に配置対象部品807と既配置部品1401の部品を置き換えて表示する(ステップS1500)。その後、初期表示制御部123は、引剥した部品がある場合は(ステップS1510)、引剥し部品を未配置部品として登録し、かつ、配置対象部品に指定する(ステップS1520)。一方、引剥し部品が無く手動配置を継続する場合で(ステップS995)、配置対象部品として選択されている部品がある場合は(ステップS1530)、再度、当該部品を配置するための指示を待つ(ステップS990)。

【0050】図16は、図15における表示部品置換処理(ステップS1500)の詳細フローチャートである。まず、初期表示制御部123は、配置対象部品807と競合する既配置部品の有無を判定し(ステップS1501)、競合する既配置部品がある場合は、その既配置部品が引剥し可能な部品であれば、既配置部品1401を引剥して未配置部品として登録し(ステップS1503)、その後、配置対象部品807の配置位置を確定させ、部品情報111に登録する(ステップS1504)。

【0051】図17は、配置対象部品と競合する既配置部品があるか否かを判定する方法の一例を示す。本例では、初期表示制御部123は、配置対象部品1701の周囲に配置禁止域1702を設定し、配置禁止域をも含めて既配置部品1703との競合の有無を判定する。本例の場合の配置禁止域1702は、配置対象部品1701のサイズ(LxW)に対して、(2Lx1.5W)の範囲とした。

【0052】以上のように、実施形態2に係るCAD装置により、配置対象部品と既配置部品の配置位置が競合する場合であっても、部品引剥し可否フラグに基づいて、配置部品の置き換えの判断及びその実施が自動化されるので、操作者は、競合する既配置部品を一旦取り除くという煩雑な操作から開放され、効率的な配置設計が可能となる。

【0053】なお、本実施例では、配置禁止域を(2Lx1.5)としたが、これ以外の方法により配置禁止域を規定しても良い。最後に、本発明に係るCAD装置は、汎用のコンピュータシステム上で実行されるプログラムとして実現できることは言うまでもない。従って、本発明に係るCADプログラムをCD-ROM等の記録媒体に格納し配布することは可能である。

【0054】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明に係るCAD装置は、操作者から配置対象部品の指定を受け付ける部品指定受付手段と、指定された配置対象部品及び、既に配置されている部品に関する個々の部品情報及び相互の接続情報に基づいて、その配置対象部品についての最適な配置位置に対応する表示画面上の表示位置を算出する表示位置算出手段と、算出された表示位置に前記配置対象部品が表示されるように前記回路基板における表示領域を特定する表示領域特定手段と、特定された表示領域を画面に表示する表示手段とを備える。

【0055】これにより、操作者が配置対象部品を指定するだけで、その部品は配置に最適な基板位置に対応する表示位置に表示されるので、配置対象部品を配置すべき最適な配置位置を画面の表示領域を変更しながら探すという煩わしい操作から解放され、効率的な部品配置の設計が可能となる。ここで、前記CAD装置はさらに、前記表示位置算出手段によって前記配置対象部品の表示位置が算出された後に前記接続情報に基づいてその配置対象部品にかかる全ての配線パターンの長さの総和が最小となるようにその配置対象部品の表示角度を算出する表示角度算出手段を備え、前記表示手段は、算出された表示位置と表示角度に従って前記配置対象部品を表示する。

【0056】これにより、操作者は、どのような配置角度にすれば配線パターンの総和を最小にできるかを検討する必要がなくなるので、効率的な部品配置の設計が可能となる。また、前記表示位置算出手段は、前記回路基板の両面を表示対象として前記表示位置を算出する。

【0057】これにより、操作者は、どの面に部品を配置すれば最適な部品配置となるかという検討を表示画面上で簡略化してできるため、両面実装基板に対する効率的な部品配置の設計が可能となる。なお、前記CAD装置はさらに、前記表示位置算出手段によって表示位置が算出された配置対象部品が既に配置されている他の部品と重なり合うか否かを判定する判定手段と、重なり合うと判定された場合に、前記他の部品の配置を未確定な状態に戻す配置取消手段とを備え、前記表示手段は、前記他の部品の配置が未確定の状態に戻された後の前記表示領域を画面に表示する。

【0058】これにより、操作者は、配置位置が競合する既に配置されている他の部品を取り除く操作なく配置対象部品を配置することができ、加えて、配置が未確定の状態に戻った他の部品について継続して配置設計が可能となるため、既に配置した部品の再配置に伴う煩わしい設計作業が軽減される。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1(a)は、実施形態1に係るCAD装置100の機能を示すブロック図である。

【図2】図2(a)は、外部記憶部110のうち、部品情報111の内容の一例を示す図である。図2(b)は、外

部記憶部110のうち、部品形状情報112の内容の一例を示す図である。図2(c)は、外部記憶部110のうち、接続情報113の内容の一例を示す図である。図2(d)は、外部記憶部110のうち、接続情報113のネットに関する具体例を示す図である。

【図3】図3(a)は、部品形状情報112のうち、端子相対座標の内容を説明するための具体例を示す図である。図3(b)は、部品形状情報112のうち、端子相対座標の内容の一例をまとめた表である。

10 【図4】外部記憶部110のうち、部品情報111を部品の配置設計で利用した場合の一例を示す図である。

【図5】実施形態1における初期表示位置を算出する方法の一例を示す図である。

【図6】実施形態1における初期表示角度を算出する方法の一例を示す図である。

【図7】算出された仮配置位置に基づいて表示領域を特定する方法の一例を示す図である。

【図8】実施形態1を実施した場合の表示画面の遷移の様子を示した図である。

20 【図9】実施形態1を実施した場合のCAD装置内の処理の流れを示すフローチャートである。

【図10】図9におけるステップS950の初期表示面決定処理の詳細を示すフローチャートである。

【図11】図9におけるステップS960の初期表示位置決定処理の詳細を示すフローチャートである。

【図12】図9におけるステップS970の初期表示角度決定処理の詳細を示すフローチャートである。

30 【図13】図13(a)は、実施形態2に係るCAD装置1300の機能を示すブロック図である。図13(b)は、部品引剥し可否フラグ1301の内容の一例を示す図である。

【図14】実施形態2を実施した場合であって、配置部品が競合する場合の表示画面の様子を示す図である。

【図15】実施形態2を実施した場合のCAD装置内の処理の流れを示すフローチャートである。

【図16】図15におけるステップS1500の配置部品置換処理の詳細を示すフローチャートである。

40 【図17】図16におけるステップS1501の配置対象部品と競合する既配置部品の有無の判定方法の具体例を示す図である。

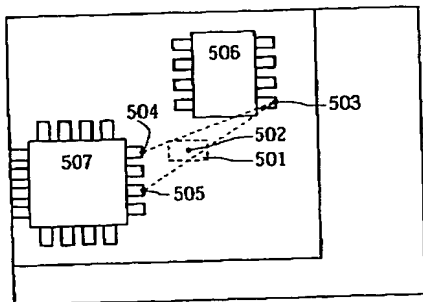
【図18】従来の手動配置を行う場合の表示画面の遷移の様子を示す図である。

【符号の説明】

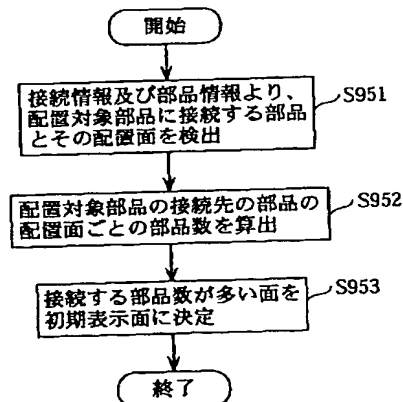
100	実施形態1におけるCAD装置
110	外部記憶部
111	部品情報
112	部品形状情報
113	接続情報
120	部品配置支援部
50 121	自動配置支援部

15		16	
122	手動配置支援部	*608	配置対象部品601と既配置部品603
123	初期表示制御部	とのネット情報	
130	入力操作部	609	配置対象部品601と既配置部品603
140	表示部	とのネット情報	
300	部品例	610	部品例
301	部品外形を表す原点(部品原点)	611	部品例610の接続端子
302	部品外形を表す相対位置	612	部品例
303	部品外形を表す相対位置	613	部品例612の接続端子
304	部品外形を表す相対位置	701	回路基板
305	部品例300における第1端子の相対位置	702	表示画面(表示領域変更前)
306	部品例300における第4端子の相対位置	703	表示画面(表示領域変更後)
307	部品例300における部品中心	704	配置対象部品(表示領域変更前)
501	配置対象部品	705	配置対象部品(表示領域変更後)
502	配置対象部品501の初期表示位置	706	算出された初期表示位置
503	配置対象部品501が接続する部品の接続端子	707	表示画面703の画面中心
504	配置対象部品501が接続する部品の接続端子	708	基板原点
505	配置対象部品501が接続する部品の接続端子	709	画面原点
506	配置対象部品501が接続する部品	801	回路基板
507	配置対象部品501が接続する部品	802	表示画面(未配置部品の選択時)
601	配置対象部品	803	表示画面(実施形態1の実施時)
602	配置対象部品601の初期表示位置	804	未配置部品メニュー
603	配置対象部品601が接続する既配置部品	805a~e	既配置部品
604	配置対象部品601の接続端子	806	未配置部品
605	配置対象部品601の接続端子	807	配置対象部品
606	既配置部品603の接続端子	808a~c	ネット情報
607	既配置部品603の接続端子	1300	実施形態2におけるCAD装置
		1301	部品引剥し可否フラグ
		1401	配置位置が競合する既配置部品
		1701	配置対象部品
		1702	配置対象部品の有する配置禁止域
		1703	配置位置が競合する既配置部品
		*1801	表示画面

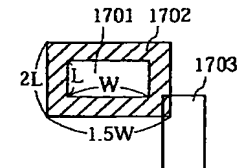
【図5】



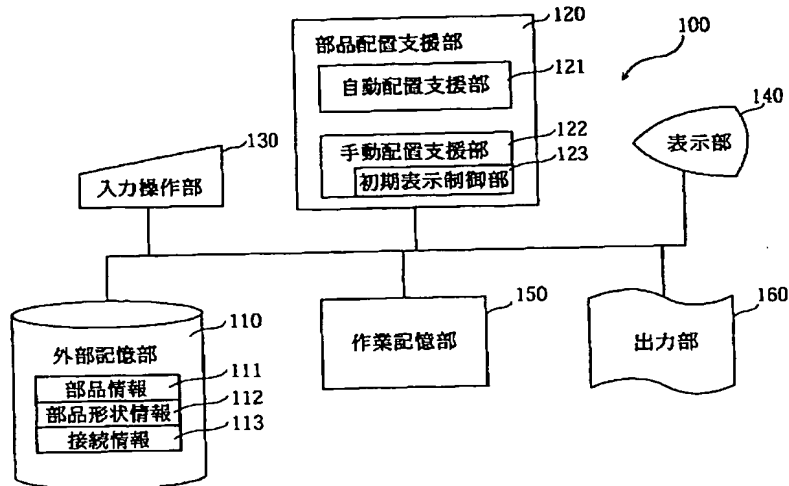
【図10】



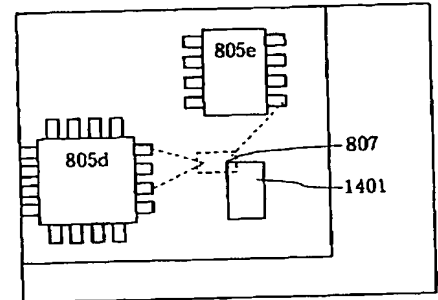
【図17】



【図1】



【図14】



【図2】

(a) 部品情報

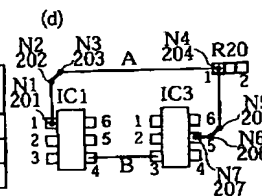
部品番号	部品名	基板座標	配置面	配置角度	配置状況フラグ (0:未配置、1:配置済み)
IC1	MN700	(Xic1,Yic1)	0	0	1
IC3	MN700	(Xic3,Yic3)	0	0	1
...

(b) 部品形状情報

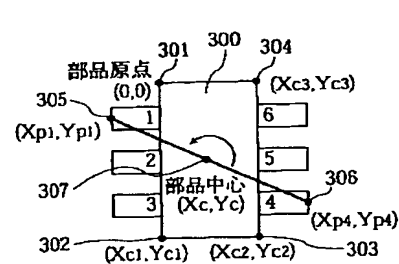
部品名	外形座標	端子数	端子相対座標
MN700	(0,0)...(Xc3,Yc3)	6	
...	

(c) 接続情報

ネット名	ネットに属する端子 (部品番号-端子番号)
A	IC1-1,R20-1,IC3-5
B	IC1-4,IC3-3
...	...



【図3】



(b)

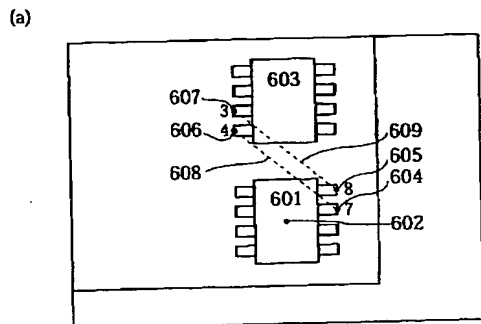
端子番号	X座標	Y座標
1	Xp1	Yp1
2	Xp2	Yp2
:	:	:
6	Xp6	Yp6

【図4】

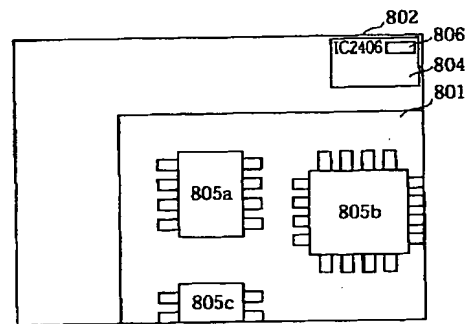
部品番号	部品名	基板座標	配置面	配置角度	配置状況フラグ (0:未配置、1:配置済み)
IC2411	MN***	(10,10)	0	0	1
IC2412	MN***	(20,20)	0	0	1
IC2413	MN***	(30,30)	0	90	1
IC2414	MN***	(40,40)	0	90	1
IC2415	MN***	(50,50)	0	90	1
IC2416	MN***	(60,60)	0	180	1
IC2401	MN***	(70,70)	0	180	1
IC2402	MN***	未記入	未記入	未記入	0
IC2403	MN***	未記入	未記入	未記入	0
IC2404	MN***	未記入	未記入	未記入	0
IC2405	MN***	未記入	未記入	未記入	0
IC2406	MN***	未記入	未記入	未記入	0

未配置
部品

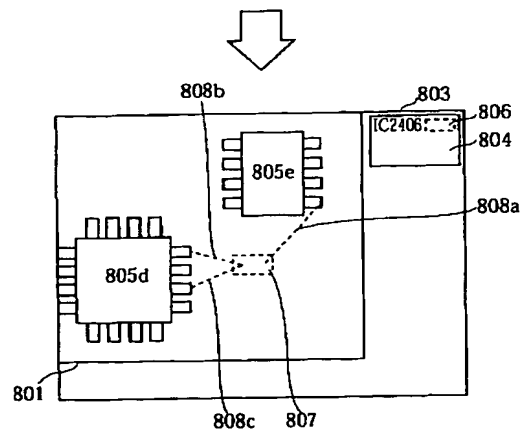
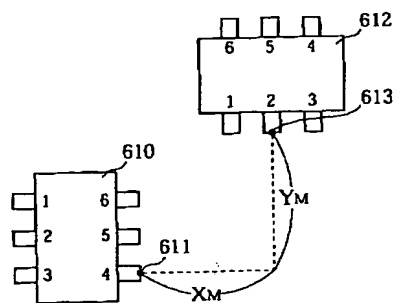
【図6】



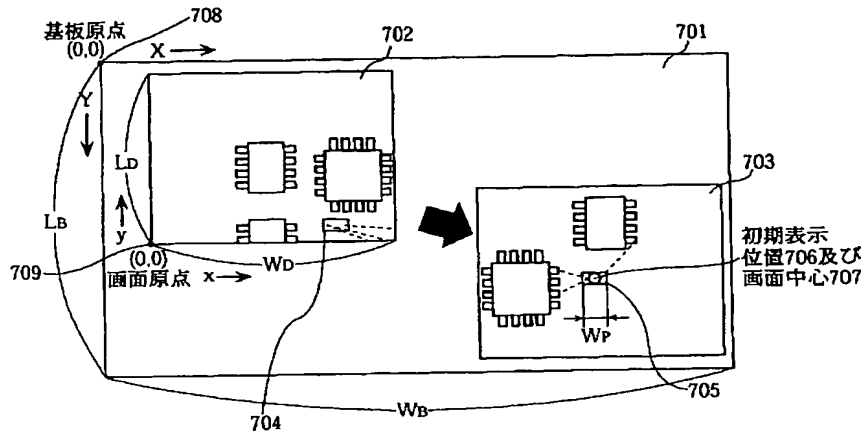
【図8】



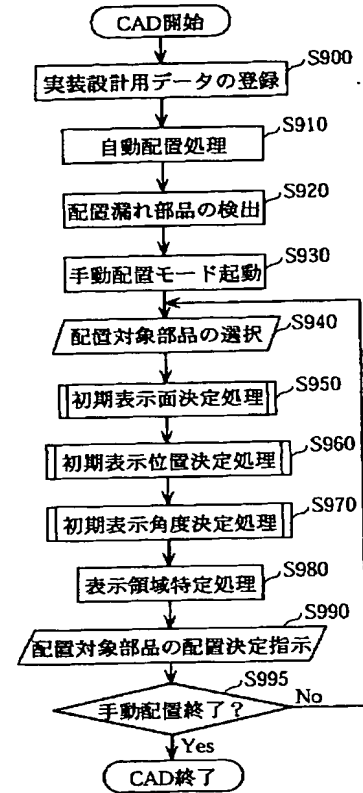
(b)



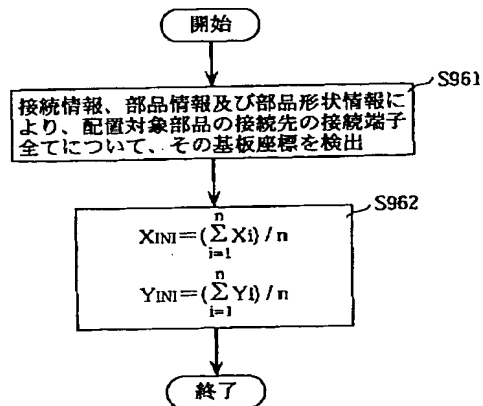
【図7】



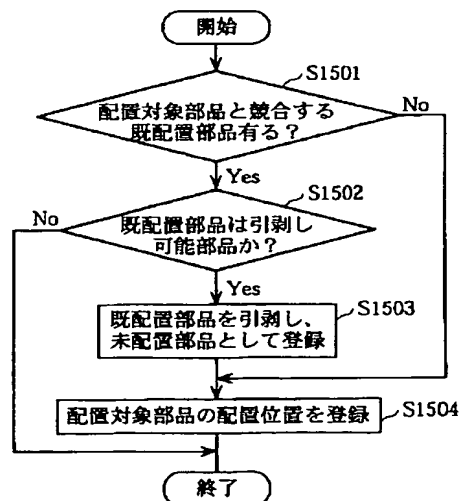
【図9】



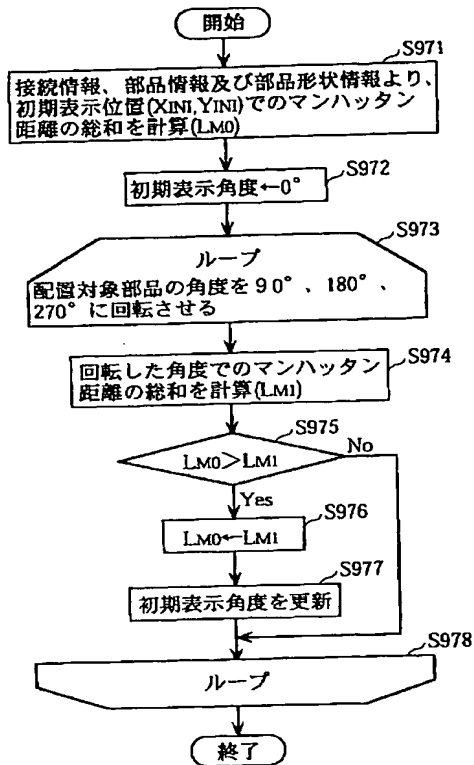
【図11】



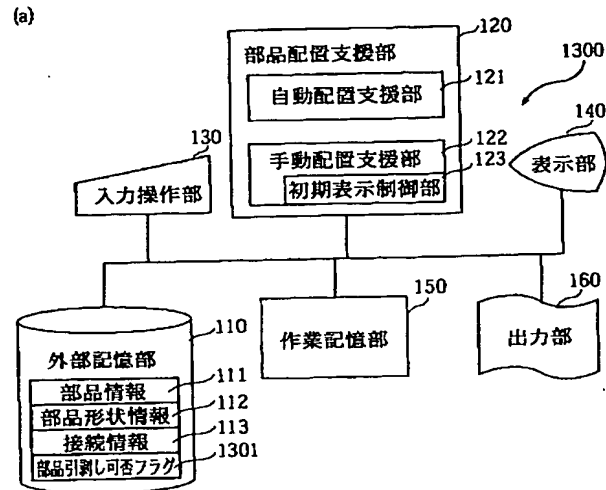
【図16】



【図12】



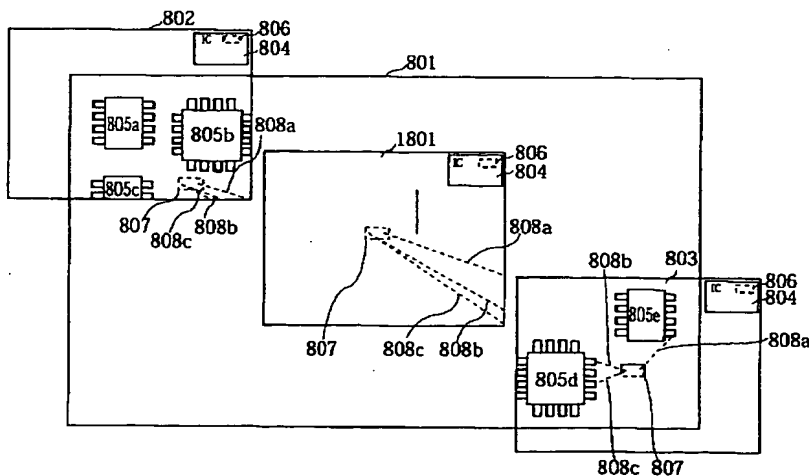
【図13】



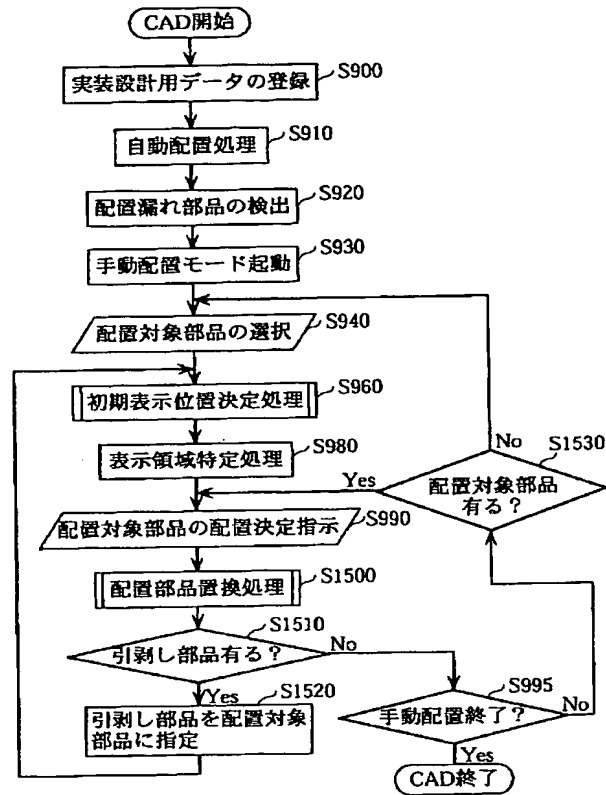
(b)

部品番号	部品引剥し可否フラグ (0:不可、1:可)
IC1	1
IC3	1
...	...

【図18】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 福本 幸弘
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 三浦 伸治
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 植村 博一
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.